Über das Verhalten der S-Bilanzen bei Fütterung mit NH_3-Salzen und Harnstoff.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Großherzoglich Badischen
Ruprecht-Karls-Universität
in Heidelberg

vorgelegt von

Fritz Rosenberg
aus Frankfurt a. M.

HEIDELBERG.
Universitäts-Buchdruckerei von J. Hörning.
1915.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg.

Dekan:
Geh. Hofrat Prof. Dr. Fleiner.

Referent:
Geh. Rat Prof. Dr. Krehl.

1915.

Meinen lieben Eltern gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153311_0248

Grafe und Schläpfer[1]) stellten fest, dass Ammoniaksalze, die zu einer überreichlichen, nahezu eiweissfreien Nahrung verfüttert wurden, gegenüber dem N-Verlust ohne diese Zulagen zu sehr erheblichen, unter Umständen dem N-Gleichgewicht nahekommenden N-Retentionen führen. Zu dem gleichen Resultate kam kurz darauf unabhängig von Grafe Abderhalden[2]). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen von Grafe und Abderhalden sowie ihrer Mitarbeiter sind in der Folgezeit von Taylor und Ringer[3]) sowie Underhill und Frank[4]) bestätigt und zum Teil erweitert worden.

Die geschilderte Tatsache ist so merkwürdig, dass sich vor allem die Frage nach der Art der Stickstoffretentionen erheben musste. Handelt es sich um eine tatsächliche Eiweissersparnis oder wird N in irgend einer nicht eiweissartigen Form im Körper zurückgehalten?

Das letztere ist aus mehrfachen Gründen nicht sehr wahrscheinlich, trotzdem steht aber ein zwingender Beweis für eine sichere Eiweissersparnis durch Ammoniaksalze noch aus.

Bei den engen Beziehungen zwischen Stickstoff- und Schwefelstoffwechsel lag es nun nahe, das Verhalten der Schwefelbilanz während der N-Retentionen

1) Ztschr. f. phys. Chem., Bd. 77, S. 1, 1912.
2) Ebenda, Bd. 78, S. 1, 1912.
3) Journal of biolog. chem., Bd. 14, p. 407, 1913.
4) Ebenda Bd. 15, S. 341, 1913.

mit Ammoniaksalzen zu prüfen. Für den Fall, dass durch die Ammoniakzulagen auch die Schwefelbilanz günstig beeinflusst würde, war eine echte Eiweissersparnis so gut wie bewiesen.

Daher veranlasste mich Dr. Grafe, in längeren Versuchsreihen mit Ammoniaksalz- und Harnstofffütterung neben der N-Bilanz die Schwefelbilanz genau zu verfolgen. Nach den in der Literatur vorliegenden Angaben musste man von vornherein darauf gefasst sein, dass man vielleicht keine klare und eindeutige Antwort erhielt. So wiesen z.B. Wolff und Österberg[1]) nach, dass Kohlehydrate allein die Quotienten N/S verändern können.

Immerhin sind diese Angaben nicht mit voller Sicherheit auch auf die vorliegenden Versuche auszudehnen, da die beiden Autoren an Hunden, die gewöhnlich unterernährt waren und auch weniger erhielten, als ihrem rein kalorischen Bedarfe entsprach, experimentierten, während in den hier angeschlossenen Versuchen eine weitgehende kalorische Überernährung der Versuchstiere (Schweine) stattfand.

Untersuchungen über Verhalten von N- und S-Bilanz bei Schweinen unter analogen Verhältnissen fehlen unseres Wissens.

Bezüglich der Anordnung meiner Versuche verweise ich auf die verschiedenen Angaben von Grafe[2]) und seinen Mitarbeitern. Die N-Bilanzen von zwei Versuchen[3]) sind bereits schon früher mitgeteilt, sie mussten aber zur Klarstellung der Beziehungen zum S-Stoffwechsel noch einmal zum Abdruck gebracht werden.

---

1) Wolff and Österberg, Biochem. Ztschr., Bd. 35, S. 329—362, 1911.

2) Ztschr. f. phys. Chem., Bd. 77—84.

3) Versuch Nr. I (Schwein II) in Ztschr. f. phys. Chem., Bd. 82, S. 347, 1913 u. Versuch Nr. III (Schwein X) ebenda, Bd. 86, S. 347, 1913. In der vorliegenden Arbeit sind 2 Druckfehler, die in der Tabelle bei Schwein II in der obigen Arbeit stehen geblieben sind, korrigiert worden.

Die Schwefelanalysen wurden in folgender Weise vorgenommen:

Der Urin von 24 Stunden wurde mit der genau bestimmten Menge von Spülwasser vereinigt, von je 2 Tagen wurden aliquote Mengen zusammengegossen. Von dieser Mischung wurden 50 ccm zu jeder Analyse verwandt und nur mindestens zwei gut übereinstimmende Analysen als Grundlage zur Berechnung verwandt.

Die S-Analyse der zu untersuchenden Substanzen liess sich leider nicht einheitlich gestalten.

Für den Urin erwies sich die von Schulz[1]) angegebene Methode in der Modifikation von Konschegg[2]) als die einfachste und kürzeste und als durchaus zuverlässig.

Die Analyse des Kotes wurde nach den Angaben von Wolff und Österberg[3]) vorgenommen, da sich für diese Substanz die Methode von Schulz-Konschegg als nicht völlig zuverlässig zeigte.

Da für die Analyse der Stärke auch die Methode von Wolff und Österberg zu keinem einwandfreien Resultate führte, machte ich den Versuch mit der Neumann'schen $Na_2 O_2$-Methode, die sich aber zur Analyse von grösseren Quantitäten Stärke mit einem nur sehr geringen S-Gehalt auch nicht eignete.

Schliesslich verwandte ich auf liebenswürdiges Anraten von Herrn Professor Jannasch vom hiesigen Chem. Institut folgende Methode:[4])

Ich erhitzte ca. 10 g Stärke auf dem Wasserbade mit konzentrierter rauchender HNO_3 und dampfte mindestens dreimal bis zur Syrupkonsistenz ein. Dann setzte ich je 5 ccm konzentrierte rauchende HNO_3 und

---

1) Schulz, Pflügers Arch., Bd. 121, S. 114.

2) Konschegg, Pflügers Arch., Bd. 123, S. 274.

3) Österberg und Wolff, Biochem. Ztschr., Bd. 9, S. 307.

4) Für die Einführung in die Methode bin ich Herrn Dr. Ellinger zu grossem Dank verpflichtet.

5 ccm frisch bereitete H_2O_2-Lösung (Perhydrol Merck) hinzu und dampfte solange ab, bis eine rein weisse Asche übrig blieb. Diese wurde zweimal mit konzentrierter HCl abgeraucht, und der Rückstand mit H_2O aufgenommen und wie bei den übrigen Methoden in der Siedehitze mit $BaCl_2$-Lösung ausgefällt.

Mit dieser Methode kam ich zu gut übereinstimmenden Resultaten. Bestimmt wurde der S in sämtlichen Nahrungsmitteln, die zum grossen Teil aus einmalig angeschafften grossen Vorräten entnommen waren; da auch das Heidelberger Wasser kleine S-Mengen enthielt, wurde alle Flüssigkeit in Form von destilliertem Wasser gegeben. Die zur Fütterung verwandte Na_2SO_4-Lösung wurde auf folgende Weise bereitet:

Circa 90 g H_2SO_4 wurden im 2 l-Kolben mit NaOH neutralisiert und das Ganze auf 2 l aufgefüllt. Nach 24 Stunden wurde je 1 ccm der Lösung mit der Pipette entnommen, im Erlenmeyer-Kolben bei Siedehitze in verdünnter Lösung mit $BaCl_2$ ausgefällt und im Gooch-Tiegel bei Gewichtskonstanz gewogen. Aus zwei einwandfreien Analysen wurde der Gehalt der Lösung berechnet und aus dem 2 l-Vorrat täglich mit der Pipette nach Bedarf entnommen und dem Futter beigemengt.

Auch der S-Gehalt der im ersten Versuch verwandten $N/_{10}$ H_2SO_4 wurde durch Wägung bestimmt.

Der Verlauf der Versuche ist mit den zum Verständnis wichtigsten Angaben in Tabellenform am Ende der Arbeit mitgeteilt. Die Gliederung der Tabellen bedarf keiner besonderen Erklärung. Die Standardkost enthielt ca. 120—150 Bruttokalorien, ganz vorwiegend in Form von Kohlenhydraten. Der N- und S-Gehalt war minimal. Leider enthält die Stärke infolge des Reinigungsprozesses stets kleine Mengen von Schwefel, eine S-freie Stärke war im Handel nicht zu haben.

I. Versuchsreihe bei Schwein II

(vgl. Tabelle I).

Der erste Versuch zerfiel in 5 Perioden.

I. Hungerperiode: 10 Tage.
II. Vorperiode, Standardkost allein: 6 Tage.
III. Hauptperiode, Standardkost + N-Zulage + S-Zulage: 20 Tage.
IV. Nachperiode, Standardkost allein: 7 Tage.
V. Schlussperiode: Hunger: 4 Tage.

Bezüglich des Verhaltens der Bilanzen für N und S an den einzelnen Versuchstagen sei auf die am Ende der Arbeit angeschlossenen Tabellen verwiesen.

Über die Entwicklung der Gesamtbilanzen in den einzelnen Perioden orientiert folgende Übersicht:

Periode	Bilanz pro Periode N	S (i. Urin)	N/S.	Bilanz pro die g N	g S
I	—20,48 g	—2,29 g	8,9	—2,05	—0,23
II	—7,43 (—4,14)	—0,093 (—0,085)	80,0 (49,0)	—1,86 (—1,03)	—0,016 (—0,021)
III	—7,09 (—3,69)	—0,523 (—0,417)	13,6 (8,8)	—0,34 (—0,19)	—0,025 (—0,022)
IV	—8,14	+ 1,90	—	—0,95	+ 0,027
V	—4,12	—0,289	14,3	—1,03	—0,072

( ) bedeutet, dass diese Zahlen der S- und N-Bilanz gewonnen sind unter Nichtberücksichtigung der mit * versehenen Zahlen in den Tabellen, die wegen mangelhafter Nahrungsaufnahme aus dem Rahmen der betreffenden Periode hinausfallen.

In der 2. Periode fällt auf, dass der S-Verlust während der Überernährung mit Kohlenhydraten von 0,23 g pro die im Hunger auf 16 mg pro die abgesunken

ist, sodass also fast ein Gleichgewicht erreicht wurde, während die N-Ausscheidung nur wenig sank. Diese Divergenz der Kurven kommt am deutlichsten im Verhalten der Quotienten N/S zum Ausdruck, er beträgt im Hunger 8,9, in der II. Periode 80,0 (48,0). Während in der III. Periode durch die Ammoniakzulagen die N-Ausscheidung im Urin bis — 0,34 (— 0,19) herabging, war der S-Verlust annähernd der gleiche wie vorher, sodass hier ein Einfluss der Ammoniakzulagen nicht zu erkennen. Allerdings ist zu bedenken, dass die Zahlen schon vorher in der Nähe des S-Gleichgewichts lagen und dass ein N-Ansatz nicht zu erwarten ist.

Auch der leicht positive Wert von + 0,027 in der IV. Periode, die in der Anlage der II. entsprach, dürfte als ins Bereich des Gleichgewichts fallend betrachtet werden, während der N-Verlust wieder auf — 0,95 g pro die wächst. Auch in der abschliessenden Hungerperiode ist der S-Verlust mit — 0,072 nur sehr gering.

Versuchsreihe II bei Schwein 7

(vgl. Tabelle II).

Auch dieser Versuch zerfiel in 5 Perioden.

I. Hungerperiode: 7 Tage.

II. Vorperiode: Standardkost allein 9 Tage.

III. Hauptperiode I: Standardkost mit + N + S-Zulagen 13 Tage.

IV. Hauptperiode II: Standardkost mit N allein 15 Tage.

V. Schlussperiode, 9 Tage Standardkost
2 „ Hungerkost } 11 Tage.

Die Bilanzen waren folgende:

Periode	Bilanz pro Periode g N	g S	N/S.	Bilanz pro die g N	g S
I	—13,532	—1,03*) (nur im Urin)	13,5*)	—1,933	—0,17*)
II	—10,87	—0,801	13,3	—1,20	—0,09
III	—7,59	—1,12	6,8	—0,59	—0,09
IV	—2,96 (—2,76**)	(—0,973**)	(2,8)	—0,20	—0,09
V	—9,77 (—6,64***)	—0,42 (—0,52***)	23,1 (12,8)	—0,88	—0,04 (—0,074**)

*) Kot wurde nicht analysiert.

**) Bei Fortlassen der unsicheren Versuchstage 40—43.

***) Bei Berücksichtigung nur der ersten 7 Tage der Periode.

Dieser Versuch ist von dem vorigen dadurch unterschieden, dass die S-Einfuhr mit 0,325 g grösser war; es wurde dies dadurch erreicht, dass grössere Mengen S-haltiger Knochenasche und ferner Na_2SO_4 in Lösung verabreicht worden war. Die Einwirkung der Kohlehydratzufuhr und der Ammoniakzulagen (in Form von Ammoncitrat) auf den N-Umsatz ist die gleiche wie in allen derartig angelegten Versuchen. Die N-Ausscheidung sinkt vom Hungerwerte 1,93 auf — 1,19 g in Periode II, bei Zulagen von NH_3 dann zuerst auf — 0,58 g (III. Periode) und schliesslich in der IV. Perioder sogar auf — 0,20 g pro die. In der Schlussperiode steigt der Wert dann auf — 0,8 g.

Das Verhalten der S-Ausscheidung ist insofern ganz anders wie im I. Versuch, als das Absinken des S-Verlustes in der II. Periode vollkommen parallel dem des Stickstoffs vor sich geht (N : S in Periode I 13,5, in Periode II 13,3). Auf dem Werte von — 0,09 bleibt dann die Bilanz während der ganzen Perioden II—IV stehen,

um dann zum Schluss noch etwas zu sinken. Auch in diesem Falle hat die NH_3-Zulage in der S-Bilanz sich nicht markiert. Aber auch in diesem Falle ist zu bedenken, dass die S-Werte von vornherein nur wenig unter dem Gleichgewicht liegen.

Versuchsreihe III bei Schwein 10.

Zerfiel in 5 Perioden.

I. Hungerperiode: 6 Tage.
II. Periode: Standardkost allein 6 Tage.
III. Hauptperiode I: Standardkost mit + U-Zulage 15 Tage.
IV. Hauptperiode II: Wie in Hauptperiode I, dazu Schwefelzulage. 9 Tage.
V. Wie Hauptperiode I: 16 Tage.

Die Bilanzen waren folgende:

Periode	Bilanz pro Periode N	Bilanz pro Periode S	N/S	Bilanz pro die N	Bilanz pro die S
I	−12,86 (10,09 in den letzten 5 Tag.)	−1,40 (in den letzten 5 Tagen)	7,2	−2,14	−0,28
II	−9,01	−0,605	14,9	−1,50	−0,10
III	−0,87	−0,567	1,5	−0,06	−0,038
IV	−2,52	+ 1,38	—	−0,28	+ 0,153
V	−1,84	−0,123	15,0	−0,12	−0,008

In diesem Versuche wurden Zulagen von Harnstoff (mit 4,7 g N) benutzt, um die Abnutzungsquote herabzudrücken, dies gelang ausserordentlich weitgehend, indem in der 3. Periode der N-Verlust nur wenig vom Gleichgewicht entfernt war.

Auch in diesem Falle vermissen wir einen strengen

Parallelismus in dem Verhalten zwischen N- und S-Ausscheidung. In der II. Periode (Standardkost allein) geht die S-Ausscheidung mehr wie doppelt (14,9 : 7,2) so stark herab wie der N-Verlust. Im Gegensatz zu den beiden vorigen Versuchen bewirken die Harnstoffzulagen aber hier noch ein weiteres Herabgehen auf fast ein Drittel, sodass in der 3. Periode auch der S-Verlust so gering ist, dass er ebenso wie der N-Verlust fast ins Bereich des Gleichgewichts fällt. Jemehr beide Werte diesem Punkte sich nahen, desto mehr muss der Quotient N/S sich der Einheit nähern. Tatsächlich beträgt er in der III. Periode nur 1,5. In der IV. Periode, in der zur Standardkost sowohl Harnstoff- wie Schwefelzulagen (in Form von Na_2SO_4) hinzugefügt wurden, wird der Wert sogar negativ, da hier so eine geringe, wenn auch anscheinend deutliche S-Retention eintritt. Selbstverständlich sind wir weit davon entfernt, diese ohne Weiteres auf einen N-Ansatz zu beziehen. Der N-Verlust entfernt sich dagegen mit (— 0,28) wieder deutlich vom Gleichgewicht.

Die N- und S-Verluste in der 5. Periode entsprechen etwa denen in der gleich angelegten 3. Periode und sind auch hier mit — 0,12 g N und — 0,008 g S ganz minimal.

Ergebnisse:

Überblickt man die Resultate der 3 langen Stoffwechselversuche im Hinblick auf die Problemstellung, welche den Ausgangspunkt dieser Arbeit bildet, so ergibt sich folgendes:

Ein klare eindeutige Antwort auf die Frage, ob einer N-Ersparnis auch eine S-Ersparnis bei Fütterung von Ammoniaksalzen und Harnstoff zu einer überreichlichen Kohlenhydratkost entspricht, vermögen die Versuche nicht zu geben. Auf Grund des 3. Versuchs könnte man ebenso sehr geneigt sein, sie zu bejahen, wie auf

Grund des Ausfalls des 2. sie zu verneinen, während der 1. Versuch sowohl im einen wie im anderen Sinne gedeutet werden könnte.

Dieser auf den ersten Blick überraschende und unbefriedigende Ausfall der Versuche ist dadurch bedingt, dass in allen Fällen die S-Verluste allein schon durch die Kohlenhydratüberernährung auf so niedrige Werte herabsanken, dass schon ohne Zulagen von Ammoniaksalzen und Harnstoff nahezu ein S-Gleichgewicht erreicht wurde. Von dieser Basis konnten sich dann die Werte in den Perioden mit N-Zulagen unmöglich deutlich und einwandsfrei abheben, umsomehr, als ausgesprochene S-Ansätze in keinem Falle erwartet werden konnten.

Der eingeschlagene Weg, die S-Bilanz während der Überernährung mit Kohlenhydraten parallel mit der des Stickstoffs zu verfolgen, hat also wegen der ausserordentlich starken S-sparenden Wirkung der Kohlenhydrate nicht zum Ziele geführt. Diese letztere Beobachtung an und für sich ist zweifellos sehr interessant und wichtig. Sie lässt sich entweder so deuten, dass die Kohlenhydrate im Überschuss den Abbau des Cystins des zerfallenden Protoplasmas in hohem Grade verhindern können, oder aber dass der stark wachsende Organismus des Schweins durch sie in die Lage versetzt wird, die Sulfate der Nahrung in irgend einer Form zurückzuhalten und für Wachstumsprozesse zu verwerten. Da inzwischen Taylor und Ringer[1]) feststellen konnten, dass auch beim hungernden Tier Ammoniaksalze starke N-Retentionen hervorrufen, bietet sich hier eine Möglichkeit, in einwandfreier Weise durch Parallelunter-suchung von N- und S-Bilanz die wichtige Frage nach dem Wesen der N-Retentionen zu entscheiden.

1) l. c.

Lebenslauf.

Ich, Fritz Rosenberg, wurde geboren am 26. Februar 1890. Mein Vater lebt als Kaufmann in meiner Geburtsstadt Frankfurt a./Main.

Ich besuchte dort das Goethe-Gymnasium, wo ich im März 1908 die Reifeprüfung bestand.

Ich studierte in München und Heidelberg Medizin, wo ich im Sommer 1910 das Physikum bestand.

Die klinischen Semester verbrachte ich in Heidelberg und Berlin und legte die Staatsprüfung im Juni 1913 in Heidelberg ab.

Das praktische Jahr verbrachte ich zur Hälfte an der Universitäts-Kinderklinik in Heidelberg, die zweite Hälfte am Deutschen Hospital in London.

Nach erlangter Approbation trat ich als Einj.-Freiw. Arzt ein und stehe seit Kriegsausbruch bei der 4. Feld-Komp. Pionier-Regiments Nr. 25.

Versuch I bei Schwein II.

Versuchs-tag Nr.	Periode	Datum 1912	Gewicht g	Standard-kost	Brutto-Kalorien	N-Gehalt der Standardkost g	S-Gehalt der Standardkost g	N-Gehalt der Zulagen g	S-Gehalt der Zulagen g	Gesamt-N-Einfuhr g	Gesamt-S-Einfuhr g	Urinmenge ccm	N im Urin g	S im Urin g	N/S im Urin	g N im Kot (Mittelwert) pro die	Kotmenge pro Periode	N-Bilanz pro die g	S-Bilanz pro die g	N-Bilanz pro Periode	S-Bilanz pro Periode	Bemerkungen
1	Vor-	Juni 1912 7.—8.	14500	Wasser	—	—	—	—	—	—	—	580	2,86	0,34	8,4	0,06	18 g Trocken-	— 2,92	— 0,34	Gesamt-	Gesamt-	
2	periode	8.—9.		ad	—	—	—	—	—	—	—									N-Verlust	S-Verlust	
3	I	9.—10.		libitum	—	—	—	—	—	—	—	1330	6,42	0,65	10,0	0,06	kot	— 6,48	— 0,65	pro Periode	im Urin pro Periode	
4	(Hunger)	10.—11.			—	—	—	—	—	—	—						mit			= 20,48 g	= 2,29 g	
5	10	11.—12.			—	—	—	—	—	—	—	460	1,38	0,26	5,0	0,06	0,2998 g N	— 1,44	— 0,26	= — 2,047 g pro die	= — 0,229 g pro die	
6	Tage	12.—13.			—	—	—	—	—	—	—											
7		13.—14.			—	—	—	—	—	—	—	1600	4,56	0,68	6,7	0,06		— 4,62	— 0,68			
8		14.—15.			—	—	—	—	—	—	—											
9		15.—16.			—	—	—	—	—	—	—	1660	4,96	0,36	13,7	0,06		— 5,02	— 0,36			
10		16.—17.			—	—	—	—	—	—	—											
11	Vor-	17.—18.	12100	350 g Stärke 80 g Zucker 25 g Butter	Ca.	0,245	0,223	—	—	0,245	0,223	450	2,396	0,390	9,5	0,063	89 g	— 2,214	— 0,008	Gesamt-	Gesamt-	Am 11. Versuchstage wurden der Kost irrtümlich 100 ccm Bouillon zugesetzt
12	periode	18.—19.		2 g Na Cl 1 g Knochenasche	145	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1290	1,193			0,063	Trocken-	— 1,081		N-Verlust	S-Verlust	
13	II	19.—20.		0,01 g Lecithin	Kal.	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1200	0,787	0,352	4,9	0,063	kot	— 0,675	— 0,034	= 7,432 g	des Körpers	
14	Standard-kost	20.—21.		5 Tr. Eisenchloridlösung, 1,5 l H_2O dest.	pro	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	965	0,956			0,063	mit	— 0,844		In den letzten 4 Tagen	= 0,093 pro die	
15	allein	21.—22.		täglich	Kg.	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	925	1,332	0,369	7,7	0,063	0,3788 g	— 1,220	— 0,051	= — 1,034 g pro die	= — 0,016 g pro die	
16	6 Tage	22.—23.				0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1410	1,510			0,063	N	— 1,398				
17		23.—24.	13700	Standardkost wie oben, dazu täglich 3,696 g N als Ammoniumcitrat	Ca. 150	0,175	0,159	3,639	—	3,814	0,159	1430	2,438	0,283	8,6	0,161	138 g	+ 1,215	— 0,124	Gesamt-	Gesamt-	
18	Haupt-	24.—25.		„		0,175	0,159	3,639	—	3,814	0,159	1350	3,684	0,406	18,2	0,161	Trocken-	— 0,031	— 0,088	N-Ausfuhr	S-Verlust	
19	Periode	25.—26.		„	Kal.	0,175	0,159	3,639	—	3,814	0,159	880	3,687			0,161	Kot	— 0,034		= 80,473 g	in 19 Tagen	
20	Standard-kost	26.—27.		dazu noch 9,1 ccm $\frac{N}{10}$ H_2SO_4	pro Kg.	0,175	0,159	3,639	0,015	3,814	0,174	1140	3,207	0,398	20,3	0,161	mit 3,223 g	+ 0,446	— 0,055	In 19 Tagen N-	= — 0,417 g	
21		27.—28.		ab 21. Tag nur N		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	940	3,999			0,161	N	— 0,346				

22	N-	28.—29.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	825	3,501	0,363	22,3	0,161		+ 0,152	− 0,025	= 3,688 g	pro die	
23	und	29.—30.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1340	4,577			0,161		− 0,924		= − 0,194g		
24	S-	30. VI.—1. VII.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	920	3,301	0,360	22,6	0,161		+ 0,352	− 0,022	pro die		
25	Zulagen	I. VII.—2.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1400	4,864			0,161		− 1,211				
26	20	2.—3.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1085	3,880	0,508	17,7	0,161		− 0,227	− 0,170			
27	Tage	3.—4.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1245	5,111			0,161		− 1,458				
28		4.—5.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1160	3,917	0,415	17,1	0,161		− 0,264	− 0,077			
29		5.—6.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1170	3,182			0,161		+ 0,471				
30		6.—7.		350 g Stärke 80 g Zucker		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	960	3,901	0,294	26,4	0,161		− 0,248	+ 0,044			
31		7.—8.		25 g Butter 2 g Kochsalz		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1050	3,682			0,161		− 0,029				
32		8.—9.		0,01 g Lecithin, 5 Tr. Eisenchloridlösung		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	1180	4,905	0,294	25,8	0,161		− 1,252	+ 0,044			
33		9.—10.		½ l aqua dest. täglich		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	765	4,659			0,161		− 1,006				
34		10.—11.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	930	3,740	0,282	26,9	0,161		− 0,087	+ 0,056			
35		11.—12.		„		0,175	0,159	3,639	0,010	3,814	0,169	960	3,860			0,161		− 0,207				
36		12.—13.		Nur 460/1930 der Nahrung gefressen		—	—	—	—	0,909	0,041	780*	4,153	0,1471	28,2	0,161		− 3,405	− 0,106			
37	Standard-	13.—14.	13600		Ca.	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1310*	2,558	0,1471	17,4	0,069	42 g	− 2,452	+ 0,012	Gesamt-	Gesamt-	
38	kost	14.—15.			150	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	650	0,688	0,265	7,1	0,069	Trocken-	− 0,582	+ 0,053	N-Verlust	S-Ansatz	
39	allein	15.—16.			Kal.	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1040	1,185			0,069	Kot	− 1,079		pro	pro	
40		16.–17.			pro	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	620	0,675	0,304	8,6	0,069	mit	− 0,569	+ 0,014	Periode	Periode	
41		17.—18.			Kg.	0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1130	1,405			0,069	0,483 g N	− 1,299		= − 8,135g	= + 0,191g	
42		18.—19.				0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	940	1,030	0,133	11,4	0,069		− 0,924	+ 0,111	= − 0,948g	= + 0,027g	
43		19.—20.				0,175	0,159	—	—	0,175	0,159	1100	1,336	0,074		0,069		− 1,230		pro die	pro die	
44	Hunger	20.—21.	13700	Wasser	—	—	—	—	—	—	—	400	0,409	0,074	5,5	0,050	8 g Kot	− 0,459	− 0,074	Gesamt-	Gesamt-	
45		21.—22.		ad	—	—	—	—	—	—	—	370	1,260	0,071	18,6	0,050	mit	− 1,310	− 0,071	N-Verlust	S-Verlust	
46		22.—23.		libitum	—	—	—	—	—	—	—	90	0,917	0,144	16,4	0,050	0,2 g N	− 0,967	− 0,111	= − 4,122g	= − 0,289g	
47		23.–24.	12000		—	—	—	—	—	—	—	110	1,336			0,050		− 1,386		= − 1,031g pro die	= − 0,072g pro die	

Versuch II Schwein August (VII).

Versuchstag Nr.	Periode	Datum 1912	Gewicht g	Standardkost	Brutto-Kalorien pro kg	N-Gehalt der Standardkost g	S-Gehalt der Standardkost g	N-Gehalt der Zulagen g	S-Gehalt der Zulagen g	Gesamt-N-Einfuhr g	Gesamt-S-Einfuhr g	Urinmenge ccm	N im Urin g	S im Urin g	N/S im Urin	g N im Kot (Mittelwert)	S im Kot (Mittelwert) —	Kotmenge pro Periode	N-Bilanz pro die g	S-Bilanz pro die g	N-Bilanz pro Periode	S-Bilanz pro Periode	Bemerkungen
1	Vor-	Sept. 1912 17.—18.	10500	Dest.	—	—	—	—	—	—	—	520	1,811	0,186	11,5	0,038	Nicht	18 g Kot feucht, 5 g trocken mit 0,154 g N = 0,038 g N pro die. S nicht analysiert	— 2,214	— 0,186	Gesamt-N-Verlust 13,532 g = — 1,933g pro die	Gesamt-S-Verlust = — 1,033g = — 0,17 g pro die	
2	periode I,	18.—19.		Wasser	—	—	—	—	—	—	—	60	0,327			0,038	analysiert						
3	Hunger	19.—20.		ad	—	—	—	—	—	—	—	250	1,644	0,243	10,8	0,038	—		— 1,682	— 0,243			
4		20.—21.		libitum	—	—	—	—	—	—	—	270	0,980			0,038	—		— 1,018				
5		21.—22.			—	—	—	—	—	—	—	250	3,410	0,404	14,6	0,038	—		— 3,448	— 0,404			
6		22.—23.			—	—	—	—	—	—	—	190	2,551			0,038	—		— 2,589				
7		23.—24.			—	—	—	—	—	—	—	80	2,543	0,200	12,7	0,038	—		— 2,581	— 0,200			
8	Vor-	24.—25.	8900	Standardkost 300 g Stärke	Ca.	0,229	0,147	—	—	0,229	0,147	730	2,210	0,356	10,5	0,255	0,076	329 g Kot feucht, 97 g trocken mit 2,292 g N = 0,255 g N pro die und 0,682 g S = 0,076 g S pro die	— 2,236	— 0,214	Gesamt-N-Verlust pro Periode = — 10,87g = — 1,20 g pro die	Gesamt-S-Verlust pro Periode = — 0,801g = — 0,09 g pro die	
9	periode,	25.—26.		40 g Butter 80 g Zucker	200	0,229	0,147	—	—	0,229	0,147	840	1,531			0,255	0,076		— 1,557				
10	II	26.—27.		1 ccm Cibil 2 g NaCl	Kal.	0,229	0,147	—	—	0,229	0,147	490	1,046	0,333	6,3	0,255	0,076		— 1,072	— 0,191			
11	Standard-	27.—28.		5 g Knochenasche 5 Tr. Eisenchlorid	pro	0,229	0,147	—	—	0,229	0,147	740	1,042			0,255	0,076		— 1,068				
12	kost	28.—29.		0,1 gm Lecithin 1 l Wasser	Kg.	0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	550	0,855	0,147	7,2	0,255	0,076		— 0,900	— 0,049			
13	allein	29.—30.		ab 12. Tag 250 g Stärke, sonst wie bisher		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	80	0,208			0,255	0,076		— 0,253				
14		30.—1. X.				0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	820	1,247	0,316	7,5	0,255	0,076		— 1,292	— 0,218			
15		1.—2.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	560	1,113			0,255	0,076		— 1,158				
16		2.—3.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	340	1,291	0,178	7,3	0,255	0,076		— 1,336	— 0,129			
17	Haupt-	3.—4.	?	Ab 3. X. nur 500 ccm H_2O dest.		0,21	0,125	1,597 in Form von Ammincitrat	0,325 in Form von Na_2SO_4	1,807	0,450	370	2,176	0,178	11,2	0,312	0,125	730 g Kot feucht 347 g trocken mit 4,055 g N = 0,312 g N pro die und 1,495 g S = 0,125 g S pro die	— 0,601	+ 0,147	Gesamt-N-Verlust pro Periode = — 7,59 g = — 0,59 g pro die	Gesamt-S-Verlust pro Periode = — 1,116g = — 0,088g pro die	
18	periode	4.—5.		in der Standardkost.		0,21	0,125	1,597	0,325	1,807	0,450	420	3,050	0,963	6,2	0,312	0,125		— 1,555	— 0,313			
19	I.	5.—6.		Zulagen von N u. S.		0,21	0,125	1,597	0,325	1,807	0,450	480	2,926			0,312	0,125		— 1,431				
20	Standard-	6.—7.				0,21	0,125	1,597	0,325	1,807	0,450	660	3,077	0,809	6,7	0,312	0,125		— 1,582	— 0,159			
21	kost	7.—8.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	300	2,356			0,312	0,125		+ 0,736				
22	mit	8.—9.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	340	3,604	1,023	7,4	0,312	0,125		— 0,512	— 0,373			
23	N-Zulagen	9.—10.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	520	3,990			0,312	0,125		— 0,898				
24	und	10.—11.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	470	3,311	0,742	7,7	0,312	0,125		— 0,219	— 0,092			
25	S-Zulagen	11.—12.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	260	2,419			0,312	0,125		+ 0,673				

										Nach Abzug d. Rückstandes	Nach Abzug d. Rückstandes											
27		13.—14.				—	—	—	—	1,400	0,278	120	1,451	0,634	8,5	0,312	0,125		— 0,363	— 0,156			Nahrung nur teilweise gefressen
28		14.—15.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	420	4,224	0,820	8,8	0,312	0,125		— 1,132	— 0,170			
29		15.—16.				0,21	0,125	3,194	0,325	3,404	0,450	265	2,969			0,312	0,125		+ 0,123				
30	Haupt-	16.—17.	9300	250 g Stärke 40 g Butter 80 g Zucker	Ca.	0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	410	3,466	0,112	—	0,20	0,078	402 g	— 0,262	— 0,018	Gesamt-	Gesamt-	
31	Periode II	17.—18.		1 ccm Cibil 2 g Na Cl 5 g Knochenasche	200	0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	330	2,429		—	0,20	0,078	Kot	+ 0,775		N-	S-	
32	Standard-	18.—19.		0,1 gm Lecithin 500 ccm Wasser dest.	Kal.	—	—	—	—	2,119	0,0778	275	3,360	0,237	—	0,20	0,078	feucht,	— 2,966	— 0,315	Verlust	Verlust-	
33	Kost	19.—20.		In 2 Tagen Rest: 4,679 g N 0,483 g S		—	—	—	—			140	1,325		—	0,20	0,078	137 g			pro	pro	
34	mit	20.—21.		Standarkost wie vorher		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	400	2,569	0,264	—	0,20	0,078	trocken	+ 0,635	— 0,170	Periode	Periode.	
35	N-	21.—22.		„		0.21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	380	2,124		—	0,20	0,078	mit	+ 1,080		— 2,964 g	= 1,867 g	
36	Zulagen	22.—23.		„		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	410	3,453	0,306	—	0,20	0,078	2,771 g	— 0,249	— 0,212	= — 0,20 g	Bei Fort-	
37	ohnne	23.—24.		„		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	310	3,011		—	0,20	0,078	N	+ 0,193		pro	lassung	
38	S-	24.—25.		„		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	310	2,860		—	0,20	0,078	und	+ 0,344		die	der un-	
39	Zulagen	25.—26.		Rest: 540 g Nahr. mit 2,372 g N 0,0597 g S		—	—	—	—	3,404 — 2,372 = 1,032	0,0379	305	2,920	0,265	—	0,20	0,078	1,178 g S	— 2,088	— 0,258		sicheren	
40		26.—27.		Standardkost		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	490	3,433		—	0,20	0,078		— 0,229			Werte des	
41		27.—28.		483 g Rest mit 1,586 g N 0,0515 g S		—	—	—	—	1,815	0,0667	280	4,203	0,555?	—	0,20	0,078		— 2,588	— 0,509?		40.—43.	
42		28.—29.		Standardkost		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	150	1,186		—	0,20	0,078		+ 2,018			Versuchs-	
43		29.—30.		„		0,21	0,125	3,194	—	3,404	0,125	190	2,608	0,515?	—	0,20	0,078		+ 0,596	— 0,421?		tages	
44		30.—31.		Rest mit: 0,366 g N 0,068 g S		—	—	—	—	3,404 — 0,366 = 3,038	0,125 — 0,068 = 0,057	480	3,061	0,083	—	0,20	0,078		— 0,223	—		Gesamt-	
																					S-Verlust	
																					= — 0,973 g	
																					pro Periode	
																					= — 0,09 g	
																					pro die	
45	Standard-	31.—1. XI.	9000	Standardkost	Ca. 200 Kal.	0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	300	1,163	0,083	—	0,14	0,024	238 g	— 1,093	+ 0,018	N-	S-Verlust	
46	kost allein	1.—2.		„	—	0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	200	0,478	0,347	—	0,14	0,024	Kot	— 0,408	— 0,270	Verlust	= 0,417 g	
47	Hunger	2.—3.	9300	Hunger	—	—	—	—	—	—	—	350	1,012			0,14	0,024	feucht,	— 1,152		pro	pro	
48	Hunger	3.—4.		„	—	—	—	—	—	—	—	110	0,393	0,255	3,4	0,14	0,024	65 g	— 0,533	— 0,178	Periode	Periode	
49	Standard-	4.—5.		Standardkost	Ca. 200 Kal.	0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	110	0,473			0,14	0,024	trocken	— 0,403		— 9,77 g	S-Verlust	
50	kost	5.—6.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	210	1,401	0,290	11,2	0,14	0,024	mit	— 1,331	— 0,088	= — 0,88 g	in den	
51	allein	6.—7.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	230	1,855			0,14	0,024	1,56 g	— 1,785		pro	ersten	
52		7.—8.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	120	1,111	0,156	10,2	0,14	0,024	N	— 1,041	+ 0,046	die	7 Tagen	
53		8.—9.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	120	0,493			0,14	0,024	und	— 0,423			der Periode	
54		9.—10.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	190	1,161	0,147	10,8	0,14	0,024	0,264 g	— 1,091	+ 0,055		= — 0,518 g	
55		10.—11.		„		0,21	0,125	—	—	0,21	0,125	120	0,556			0,16	0,024	S	— 0,506			= — 0,074 g	
56		11.—12.	9000	„		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—			pro die	